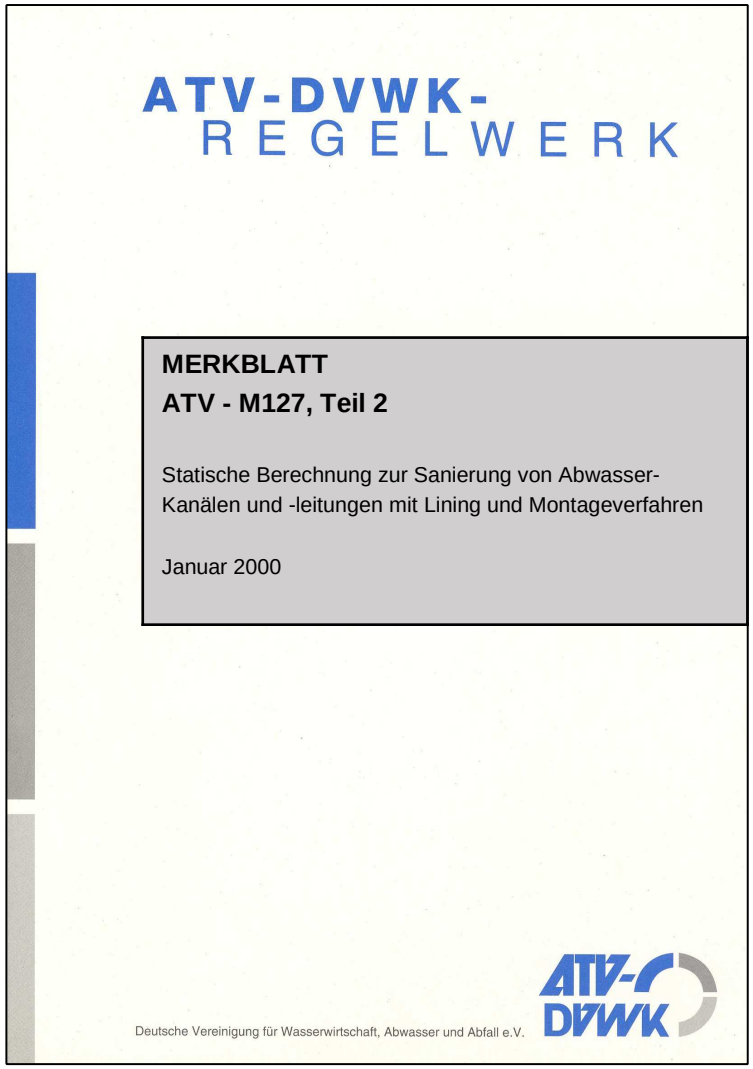
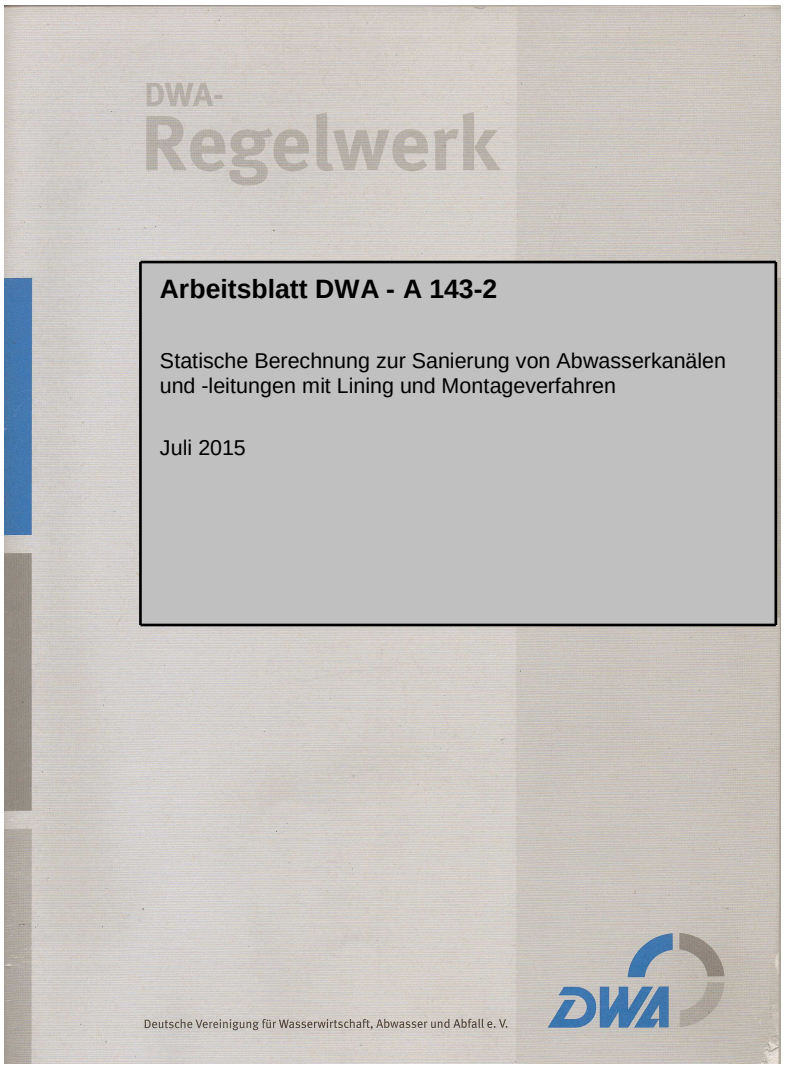
16. TAH-
SANIERUNGSTAGE

Vergleich der Richtlinien zur Standsicherheitsberechnung von Schlauchlinern: ATV-M 127-2 bzw. DWA-A 143-2

Prof. Dr.-Ing. Volker Wagner
Europaingenieur
Freier Gutachter
Sachverständiger beim Deutschen Institut für Bautechnik



ATV-Merkblatt 127-2 (Jan. 2000)
Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Lining- und Montageverfahren
Ergänzungen zum ATV-Arbeitsblatt 127



DWA-Arbeitsblatt 143-2 (Juli 2015)
Teil 2: Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Lining- und Montageverfahren

DIN 18326 (VOB/C)

…

0.2.15 Statische Anforderungen an das Lining-Rohr und die daraus resultierende konstruktive Wanddicke gemäß DWA-Merkblatt ATV-M127-2.

…

DWA-M 144-3

…

5.2 Regelstatiken

Auf Basis der Materialkennwerte der Materialkenngruppen wurden Regelstatiken gemäß DWA-Merkblatt ATV-M127-2 für Regellastfälle des Altrohrzustands II gerechnet. … Die so errechnete Gesamtwanddicke ist für das angebotene Produkt vertraglich vereinbart und dient als Kalkulationsbasis.

Geänderte Bezeichnungen

Bezeichnung	M 127-2	A 143-2
Altrohrwanddicke	s	t
Linerwanddicke	s_L	t_L
Bezogene örtliche Vorverformung	$w_v/r_L \cdot 100\%$	ω_v
Bezogene Gelenkringverformung	$w_{GR,v}/r_L \cdot 100\%$	$\omega_{GR,v}$
Bezogener Ringspalt	$w_s/r_L \cdot 100\%$	ω_s
Schrumpfmaß des Mörtels	-	ω_M
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung (Index G, Q) Teilsicherheitsbeiwert Widerstand *	- -	γ_F γ_M
Charakteristischer Wert (Gebrauchsgrößen)	-	Index k
Bemessungswert (Designgrößen)	-	Index d
z. B. charakt. / Bemessungswert des E-Moduls	-	E_k / E_d

***** G = ständische Lasten, Q = veränderliche Lasten

Änderungen im DWA-A 143-2

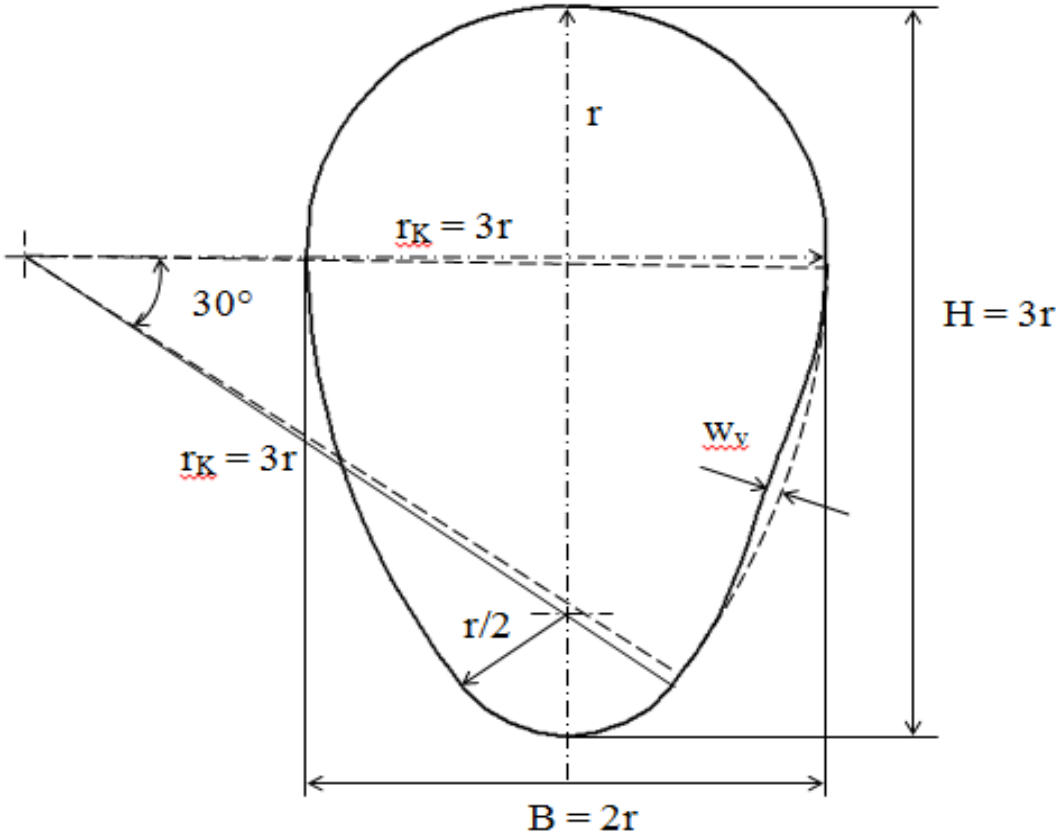
- Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte
- Definitionen von unterschiedlichen Ersatzkreisen für Eiprofile
- Hinweise auf Beanspruchung in Längsrichtung
- Liner für Druckrohre
- Einführung von Teilsicherheitsbeiwerten
- Nachweis nach AZ III bei geringer Überdeckung, auch wenn $\omega_{GR,v} < 6\%$
- Verwendung der Querdehnzahl
- Erweiterung der Regeln für Imperfektionen
- Zusammenfassung von Diagrammen für Imperfektionen
- Neue Straßenverkehrslasten nach DIN EN 1991-2
- Nachweis Altrohrdruckzonen
- Behandlung von Altrohren mit geringer Druckfestigkeit AZ IIIa (im Anhang)
- Erweiterungen der Diagramme für UP-GF zur Ermittlung der Normalkraftbeiwerte n_q und Biegemomentenbeiwerte m_q
- Erweiterungen der Diagramme für Eiprofile zur Ermittlung der Normalkraftbeiwerte n_q und Biegemomentenbeiwerte m_q
- Hinweise zur Abgrenzung der Altrohrzustände

Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte

	Rechenwerte des Elastizitätsmoduls[1) 4)]		Wichte	Biegezug-/Druckfestigkeit, Rechenwert[2) 4)]	
	E_L		γ_L	σ_{bZ}/σ_D	
	Kurzzeit	Langzeit		Kurzzeit	Langzeit
	N/mm²	N/mm²	kN/m³	N/mm²	N/mm²
Im Werk hergestellte Rohre: (Mindestwerte nach Arbeitsblatt DWA-A 161, Anhang A)					
Polyvinylchlorid (PVC-U)	3.000[3)]	1.500[3) 5)]	14[6)]	90[4) 7) 8)]	50[4) 8)]
Polypropylen (PP)[9)] PP-B und PP-H[10)] PP-R[11)]	1.250[3)] 800[3)]	312[4) 12)] 200[4) 12)]	9[13)]	39[4) 7) 8)] 27[4) 7) 8)]	17[4) 7) 8)] 14[4) 7) 8)]
Polyethylen hoher Dichte (PE)[14)]	800[3)]	160[4) 8) 15)]	9,4[16)]	21[4) 7) 8)]	14[4) 7) 8)]
Ungesättigtes Polyesterharz, glasfaserverstärkt (UP-GF) gewickelt, geschleudert	vgl. ATV-DVWK-A 127, Tab. 3	vgl. ATV-DVWK-A 127, Tab. 3	17,5	vgl. ATV-DVWK-A 127, Tab. 3	vgl. ATV-DVWK-A 127, Tab. 3
Vor Ort härtendes Schlauchlining (Mindestwerte nach Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)[23)]					
Ungesättigtes Polyesterharz, glasfaserverstärkt (UP-GF)	6.000[19)]	3.500[17) 19)]	[20)]	130[18) 19)]	75[18) 19)]
Vinylesterharz, glasfaserverstärkt (VE-GF)	6.000[19)]	3.500[17) 19)]	[20)]	130[18) 19)]	75[18) 19)]
Ungesättigtes Polyesterharz, synthesefaserverstärkt (UP-SF)	2.000[19)]	1.000[17) 19)]	[20)]	28[18) 19)]	14[18) 19)]
Vinylesterharz, synthesefaserverstärkt (VE-SF)	2.000[19)]	1.000[17) 19)]	[20)]	28[18) 19)]	14[18) 19)]
Epoxidharz, synthesefaserverstärkt (EP-SF)	2.000[19)]	1.000[17) 19)]	[20)]	28[18) 19)]	14[18) 19)]
Sonstige					
Stahl (nichtrostend)	170.000		78,5	[22)]	

Änderungen im DWA-A 143-2

- Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte
- **Definitionen von unterschiedlichen Ersatzkreisen für Eiprofile**
- Hinweise
- Liner für I
- Nachweis
- Erweiteru
- Einführur
- Verwendu
- Zusamme
- Erweiteru
- Neue Stra
- Nachweis
- Behandlu



enn $\omega_{GR,v} < 6\%$

kennwerte

. IIIa (im Anhang)

Änderungen im DWA-A 143-2

- Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte
- Definitionen von unterschiedlichen Ersatzkreisen für Eiprofile
- **Hinweise auf Beanspruchung in Längsrichtung bei PE-Linern**

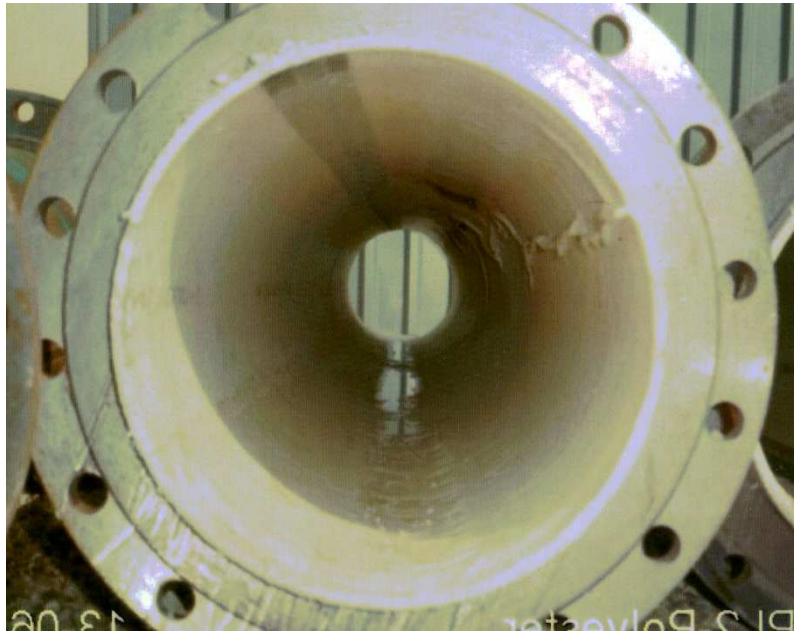
$SDR = d_{L,a}/t_L$	**max $R_K/d_{L,a}$**	max ε_K, *max* ε	max σ_K, *max* σ	$E_{max\sigma K}$	k_ϑ
–	–	%	N/mm^2	N/mm^2	–
32	**40,5**	1,23	9,1	737	0,022
26	**32,2**	1,55	10,5	679	0,027
17,6	**21,1**	2,37	13,4	564	0,033
11	**12,2**	3,00	15,0	500	0,037

Änderungen im DWA-A 143-2

Es werden die Lastsituationen I und II unterschieden:
Lastfall I: Das Altrohr trägt auf Dauer nicht mehr mit.
Lastfall II: Das Altrohr trägt mit: Die Überbrückung eines definierten Lochdurchmessers, eines Muffenspalts und einer Imperfektion in Längsrichtung durch den Liner ist nachzuweisen.

Im **Fall verklebter Liner** ist ein unverklebter Bereich der Größe $2d_L$ (d_L= Lochdurchmesser infolge Korrosion) anzunehmen. Als genähertes Berechnungsmodell kann die Kreisplatte gewählt werden. Zudem ist bei verklebten Linern und Altrohrzustand II oder III die Gefahr einer Rissaufweitung gegeben, verbunden mit hohen örtlichen Dehnungen des Liners.

Unsanierte Abwasserdruckleitung



Mit einem Schlauchliner sanierte Abwasserdruckleitung

Änderungen im DWA-A 143-2

- Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte
- Definitionen von unterschiedlichen Ersatzkreisen für Eiprofile
- Hinweise auf Beanspruchung in Längsrichtung
- Liner für Druckrohre
- **Einführung von Teilsicherheitsbeiwerten**
- Nachweis nach AZ III bei geringer Überdeckung, auch wenn $\omega_{GR,v} < 6\%$
- Verwendung der Querdehnzahl
- Zusammenfassung von Diagrammen für Imperfektionen
- Erweiterung der Regeln für Imperfektionen
- Neue Straßenverkehrslasten nach DIN EN 1991-2
- Nachweis Altrohrdruckzonen
- Behandlung von Altrohren mit geringer Druckfestigkeit AZ IIIa (im Anhang)

Teilsicherheitsbeiwerte γ_F der Einwirkungen

Einwirkung	γ_F
Ständige Lasten (G) (Erdlasten, Eigenlast, ggf. Oberflächenlast, konzentrierte Flächenlast)	1,35
Veränderliche Lasten (Q) (Verkehrslasten, Grundwasser usw.)	1,50
Verkehrslasten bei ausreichender Überdeckung	1,35[1)]
Kurzzeitiges Hochwasser	1,10[2)]
Innendruck (inkl. Druckstoß)	1,50
Prüfdruck	1,20
Temperaturänderungen	1,10
Zwangsverformungen	1,10

ANMERKUNGEN

1) Zulässig bei Altrohrzustand III und Überdeckungen $h > 2 \cdot DN$ und $h > 1{,}5$ m.

2) Gilt nur bei Ansatz des Langzeit-E-Moduls, vergleiche Abschnitt 6.4.2.1.

Teilsicherheitsbeiwerte γ_M der Widerstände

Rohrwerkstoff	γ_M
Kunststoffliner, im Kanal ausgehärtet	1,35
Kunststoffliner, im Werk gefertigt (Extrusion und andere Verfahren)	1,25
Mörtelliner (bei Berücksichtigung von evtl. Kerbwirkungen in der Werkstoffprüfung)	1,50
Nichtrostender Stahl	1,15
Widerstand, günstig wirkend (z. B. Zwangsverformung des Liners bei Altrohrzustand III)	1,0

Kombinationswerte ψ

Einwirkung in Kombination mit	ψ
Temperaturänderungen in Kombination mit Wasseraußendruck	0,7
Vorhandener Wasseraußendruck in Kombination mit Erd- und Verkehrslasten	0,9
Ersatzlast für Wasseraußendruck in Kombination mit Erd- und Verkehrslasten	0,7

Änderungen im DWA-A 143-2

- Erweit
- Definit
- Hinwe
- Liner f
- Einfüh
- **Nachw**

		Altrohrzustand	
	Anhaltspunkt	II	III
1	Gelenkringvorverformung $\omega_{GR,v}$ *(Ovalisierung)*	≤ ca. 6 %	> ca. 6 %
2	Überdeckung h	groß	gering [1)]
3	Verkehrslasteinfluss	gering	groß [1)]
4	Laständerung (z. B. Erhöhung der Auflast)	nein	ja
5	Gipsmarken öffnen sich	nein	ja
6	Nachweis $q_{v,d}$/krit $q_{v,d}$ z. B. nach Anhang F	≤ 1	> 1
7	Hohlraumbildung im Boden durch Infiltration	nein	ja
8	Altrohr-Bodensystem mit Liner unter Wasseraußendruck unverschieblich	ja	nein

Anmerkung 1)
Überdeckung h < 1 m und $h < d_a$ bei Straßenverkehrslasten,
h < 1,5 m unter Eisenbahnverkehrslaste

Änderungen im DWA-A 143-2

- Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte
- Definitionen von unterschiedlichen Ersatzkreisen für Eiprofile
- Hinweise auf Beanspruchung in Längsrichtung
- Liner für Druckrohre
- Einführung von Teilsicherheitsbeiwerten
- Nachweis nach AZ III bei geringer Überdeckung, auch wenn $\omega_{GR,v} < 6\%$
- **Verwendung der Querdehnzahl**

$$S_{L,d} = \frac{E_{L,d}}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{t_L}{r_L} \right)^3$$

Änderungen im DWA-A 143-2

Imperfektionen nach Bild 6		Altrohr-zustand	Schlauch-verfahren	Vorverformte und rückver-formte Liner	Einzelrohr-Lining
a) Örtliche Vorverformung, Sohle	ω_v	I + II[1)]	≥ 2 %	≥ 2 %	≥ 2 %
b) Gelenkringvorverformung	$\omega_{GR,v}$	nur II + III	≥ 3 %	≥ 3 %	≥ 3 %
c) Spaltbildung	ω_s	I + II[2)]	≥ 0,5 %	≥ 2 %	≥ 2 %[3)]

ANMERKUNGEN

1) Bei Altrohrzustand III und Lastfall Erd- + Verkehrslasten gilt die örtliche Vorverformung $\omega_v = 0$.

2) Bei Altrohrzustand III und Lastfall Wasseraußendruck gilt für die Spaltweite $\omega_s \geq 0{,}5$ %, bei Erd- und Verkehrslasten ist die Spaltweite $\omega_s = 0$ anzunehmen.

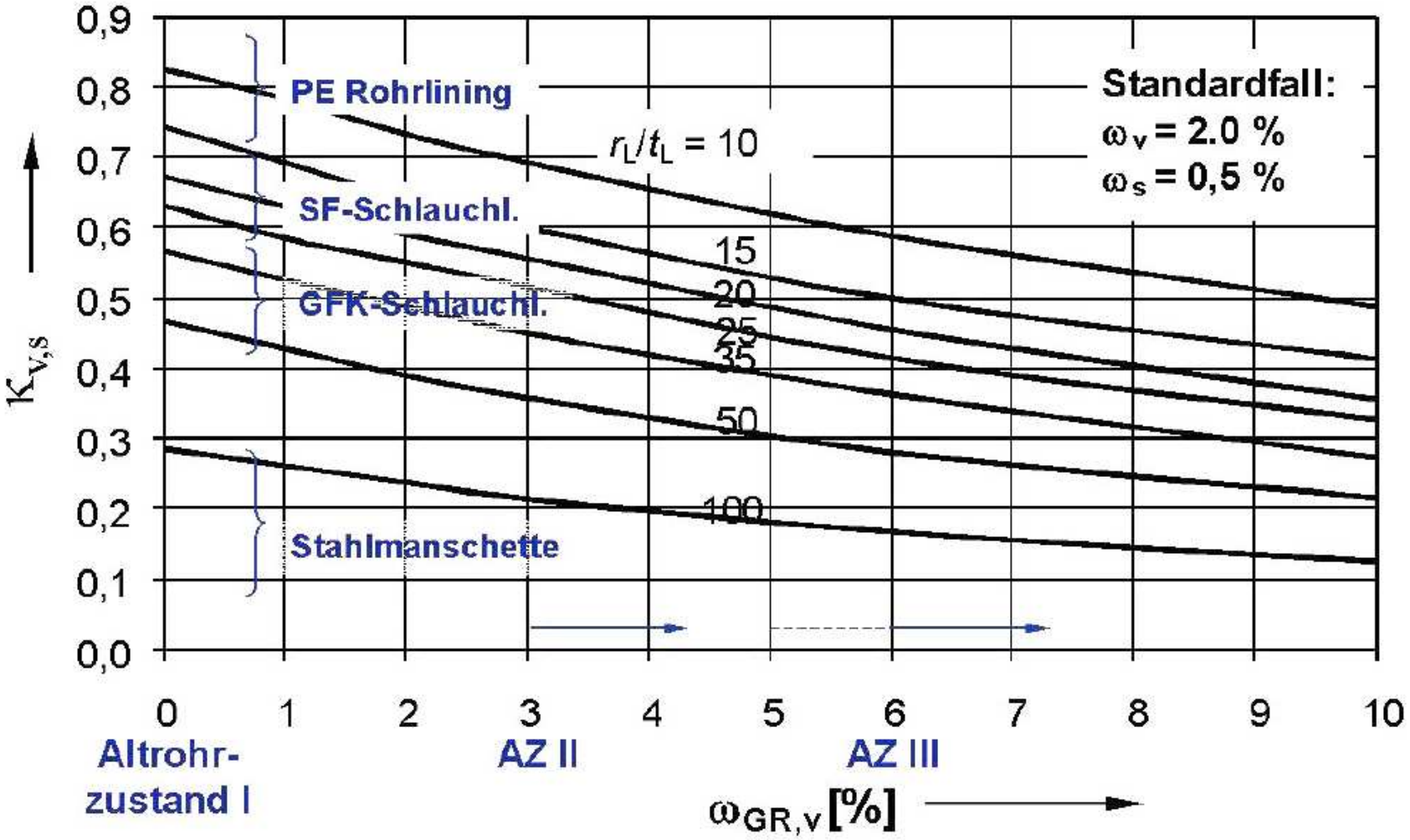
3) Oder gemessene Durchmesserdifferenz $(d_{i,AR} - d_{a,L})/2$. Der größere Wert ist maßgebend.

Änderungen im DWA-A 143-2

- Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte
- Definitionen von unterschiedlichen Ersatzkreisen für Eiprofile
- Hinweise auf Beanspruchung in Längsrichtung
- Liner für Druckrohre
- Einführung von Teilsicherheitsbeiwerten
- Nachweis nach AZ III bei geringer Überdeckung, auch wenn $\omega_{GR,v} < 6\%$
- Verwendung der Querdehnzahl
- Erweiterung der Regeln für Imperfektionen
- **Zusammenfassung von Diagrammen für Imperfektionen**
- Hinweise zur Ermittlung der Imperfektionen, da der pauschale Ansatz des Mindestwertes von $\omega_{GR,v} = 3\%$ nicht zulässig ist
- Neue Straßenverkehrslasten nach DIN EN 1991-2
- Nachweis Altrohrdruckzonen
- Behandlung von Altrohren mit geringer Druckfestigkeit AZ IIIa (im Anhang)

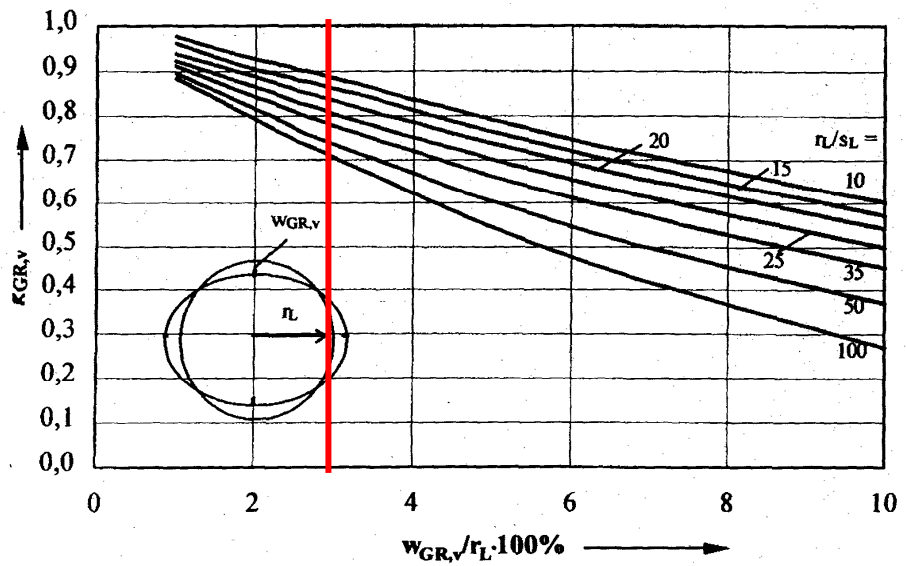
Regelfall A:

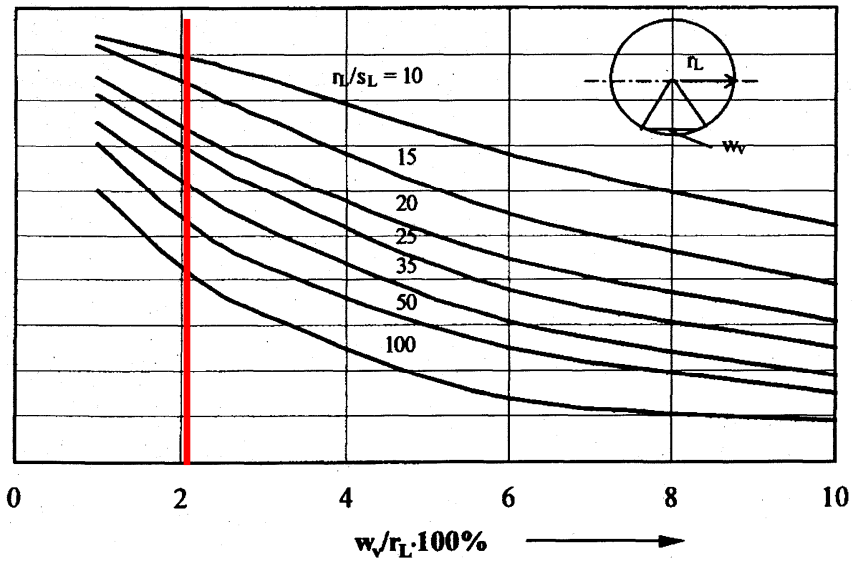
Abminderungsfaktor $\kappa_{v,s}$ für Standardimperfektionen
ω_v = 2%, ω_s = 0,5%,
Diagramm 7 im DWA-A 143-2

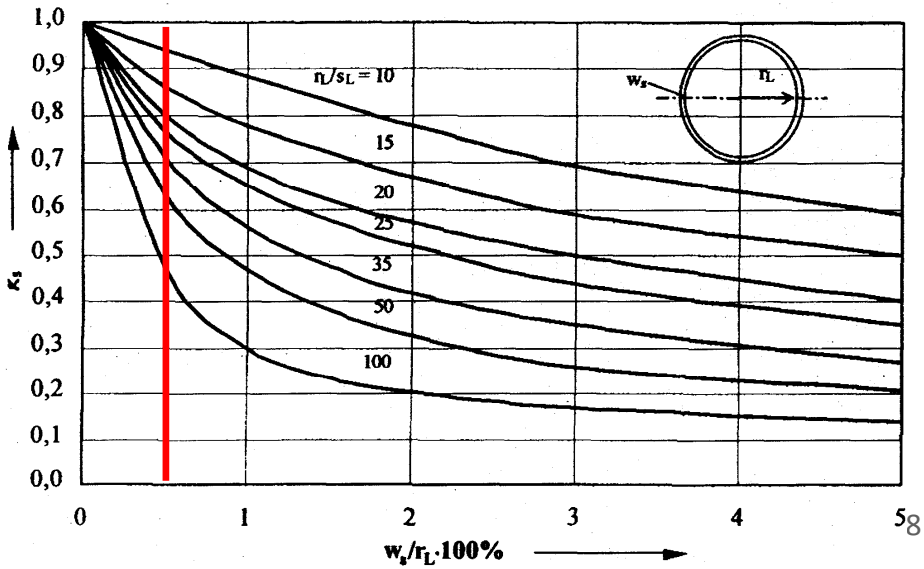


Sonderfall B:

Bei abweichenden Imperfektionen vom Regelfall A,
Diagramm 8, 9 und 10 im DWA-A 143-2



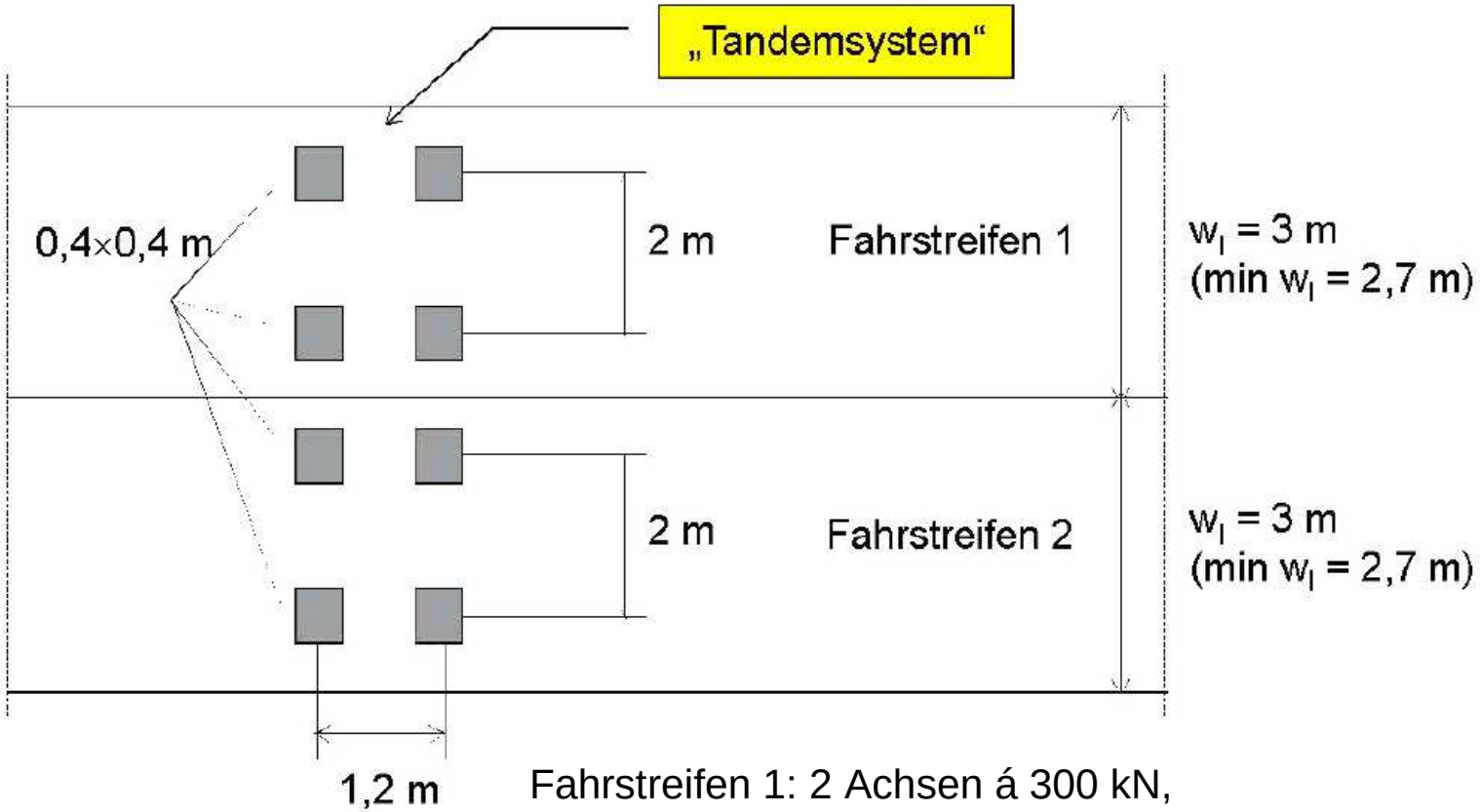




Änderungen im DWA-A 143-2

- Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte
- Definitionen von unterschiedlichen Ersatzkreisen für Eiprofile
- Hinweise auf Beanspruchung in Längsrichtung
- Liner für Druckrohre
- Einführung von Teilsicherheitsbeiwerten
- Nachweis nach AZ III bei geringer Überdeckung, auch wenn $\omega_{GR,v} < 6\%$
- Verwendung der Querdehnzahl
- Erweiterung der Regeln für Imperfektionen
- Zusammenfassung von Diagrammen für Imperfektionen
- **Neue Straßenverkehrslasten nach DIN EN 1991-2**
- Hinweise zur Ermittlung der Imperfektionen, da der pauschale Ansatz des Mindestwertes von $\omega_{GR,v} = 3\%$ nicht zulässig ist
- Nachweis Altrohrdruckzonen
- Behandlung von Altrohren mit geringer Druckfestigkeit AZ IIIa (im Anhang)

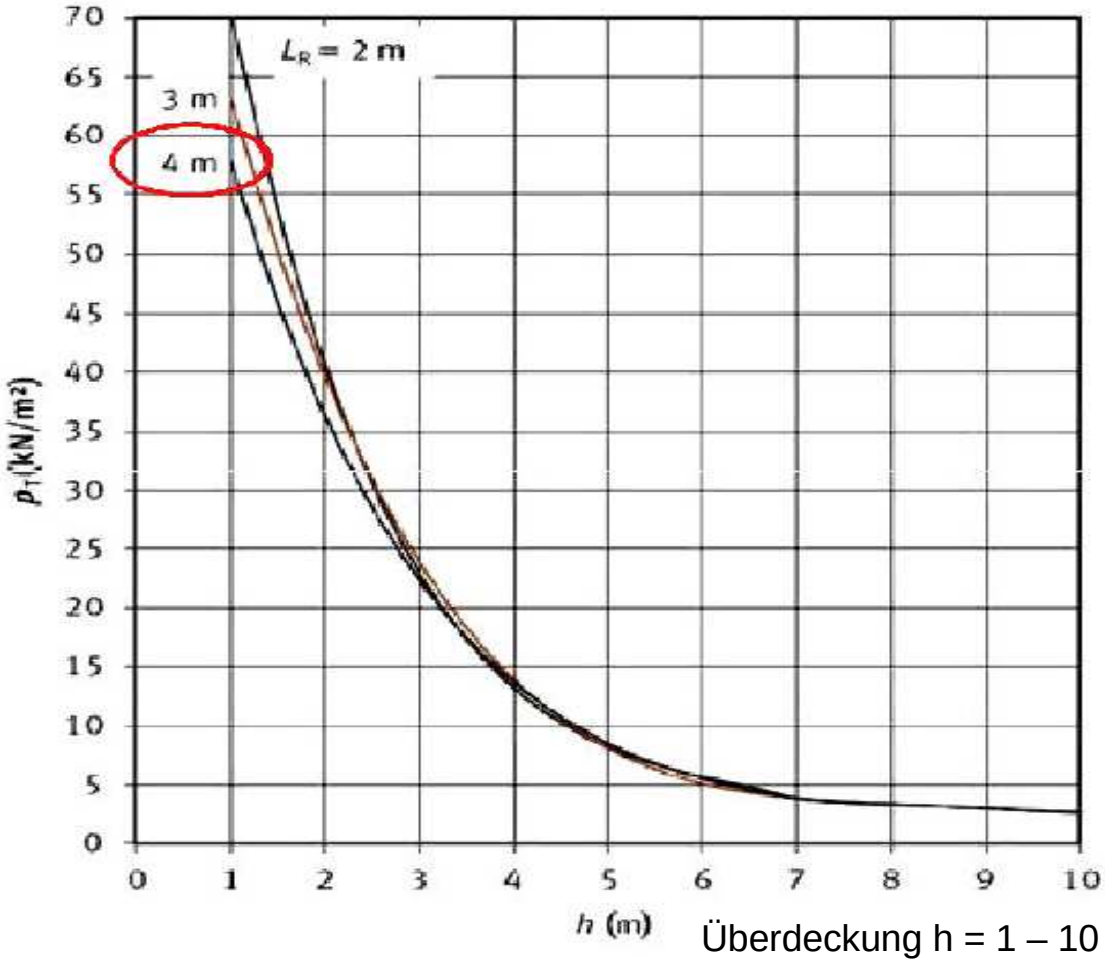
Radaufstandsflächen nach DIN EN 1991-2, Lastmodell 1 (LM 1)



Fahrstreifen 1: 2 Achsen á 300 kN,
Fahrstreifen 2: 2 Achsen á 200 kN

Vertikale Bodenspannungen aus Straßenverkehrslasten nach DIN EN 1991-2; p_T in kN/m²

(A143-2: Diagramm 1d)

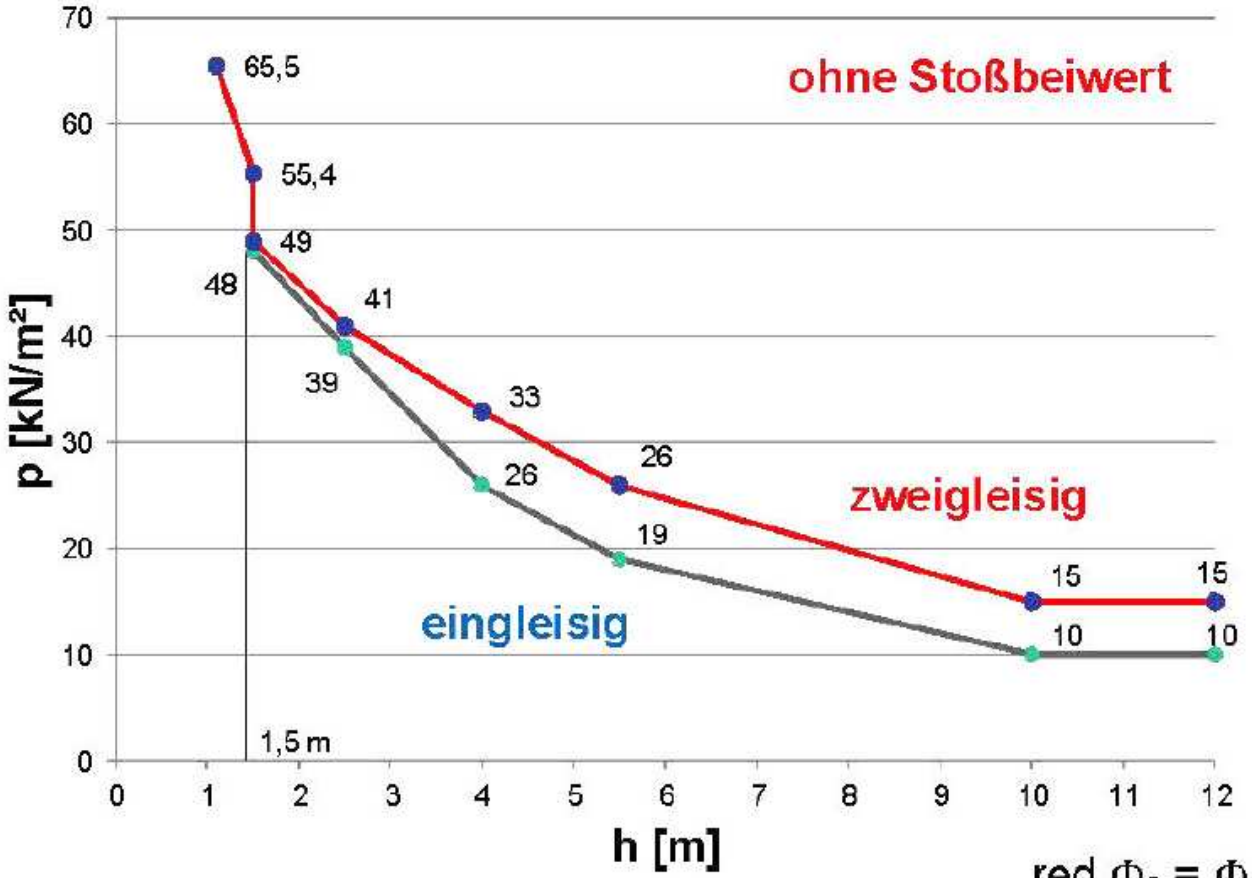


Überdeckung h = 1 – 10 m,

Hinweise:

1. Der Stoßbeiwert ist in p_T enthalten.
2. Für Schlauchliner ist p_T bei der Rohrlänge L_R = 4 m abzulesen.
3. Der "nationale Anpassungsfaktor" beträgt jetzt α_Q = **1,0** (statt 0,8).
   → p_T ist mit 1/0,8 = **1,25** zu multiplizieren.
   → Teilsicherheitsfaktor $\gamma_{F,Q}$ = **1,35** (statt 1,5)

Vertikale Bodenspannungen aus Eisenbahnverkehrslasten, p in kN/m²



Überdeckung h = 1,1 – 12 m

Stoßbeiwert:

$$\Phi_2 = \frac{1{,}44}{\sqrt{L_\Phi} - 0{,}2} + 0{,}82$$

mit $1{,}0 \le \Phi_2 \le 1{,}67$

L_Φ = Innendurchmesser des Rohres

$$\text{red } \Phi_2 = \Phi_2 - 0{,}1 \cdot (h_ü - 1{,}0) \ge 1{,}0$$

Auftretende Lastfälle (Tabelle 2 in DWA-A 143-2)

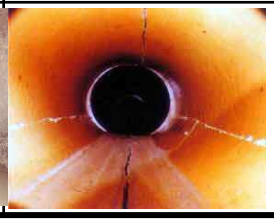
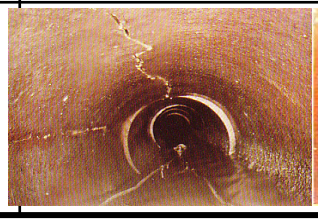
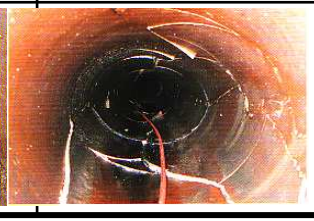
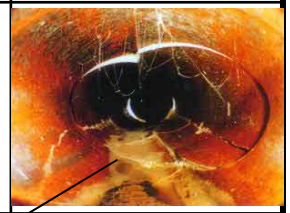
	Altrohrzustand		
	I	II	III + IIIa
Zeitpunkt der Bildung von Längsrissen	-	vor der Sanierung	vor der Sanierung
Lastfall:			
Eigenlasten Liner	x	x	x
Temperaturänderungen	x	x	x
Äußerer Wasserdruck p_a	x	x	x
Innendruck p_i	x	x	x
Erdlasten p_E	-	-	x
Konzentrationsfaktor λ_R	-	-	< 1 [1)]
Verkehrslasten p_T	-	-	x

[1)] $\lambda_R = 0{,}75$ und $\lambda_B = 1{,}08$

Änderungen im DWA-A 143-2

- Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte
- Definitionen von unterschiedlichen Ersatzkreisen für Eiprofile
- Hinweise auf Beanspruchung in Längsrichtung
- Liner für Druckrohre
- Einführung von Teilsicherheitsbeiwerten
- Nachweis nach AZ III bei geringer Überdeckung, auch wenn $\omega_{GR,v} < 6\%$
- Verwendung der Querdehnzahl
- Erweiterung der Regeln für Imperfektionen
- Zusammenfassung von Diagrammen für Imperfektionen
- Neue Straßenverkehrslasten nach DIN EN 1991-2
- **Hinweise zur Ermittlung der Imperfektionen, da der pauschale Ansatz des Mindestwertes von $\omega_{GR,v} = 3\%$ <u>nicht</u> zulässig ist**
- Nachweis Altrohrdruckzonen
- Behandlung von Altrohren mit geringer Druckfestigkeit AZ IIIa (im Anhang)

Standsicherheit ? - Ja oder nein! Nachberechnung nach ATV-A 127!

Eigenschaften des Altrohrs	Renovierung			Renovierung oder Erneuerung **(Übergangs-bereich)**	Erneuerung geschlossen
	AZ I	AZ II	AZ III		
	Lasten				
	GW	GW	GW P_V und P_E		
Ovalisierung w_{Gr}	w_{Gr} < 2%	w_{Gr} = 3 bis 6%	w_{Gr} = 7 bis 10%	w_{Gr} < 13%	w_{Gr} > 12%
					

-seitliche Stützung nicht mehr funktionsfähig
-Korrosion eines großen Teils der Wanddicke
-Fehlen von Teilen der Rohrwand (Kantenlänge > d/2)
-massive Scherbenbildung
-Versagen der Altrohrdruckzonen in den Berührungsflächen der Scherben (e_G=0)

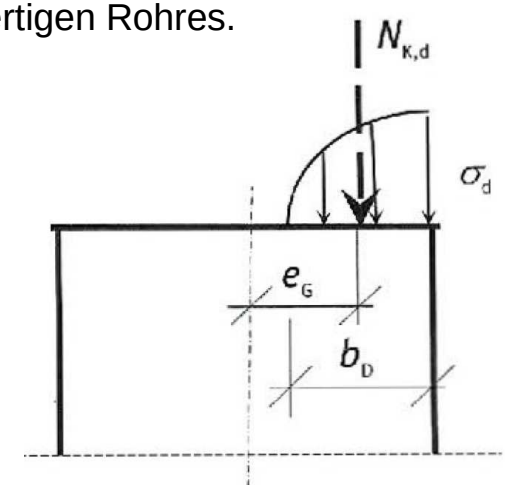
Änderungen im DWA-A 143-2

- Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte
- Definitionen von unterschiedlichen Ersatzkreisen für Eiprofile
- Hinweise auf Beanspruchung in Längsrichtung
- Liner für Druckrohre
- Einführung von Teilsicherheitsbeiwerten
- Nachweis nach AZ III bei geringer Überdeckung, auch wenn $\omega_{GR,v} < 6\%$
- Verwendung der Querdehnzahl
- Erweiterung der Regeln für Imperfektionen
- Zusammenfassung von Diagrammen für Imperfektionen
- Neue Straßenverkehrslasten nach DIN EN 1991-2
- Hinweise zur Ermittlung der Imperfektionen, da der pauschale Ansatz des Mindestwertes von $\omega_{GR,v} = 3\%$ nicht zulässig ist
- **Nachweis Altrohrdruckzonen**
- Behandlung von Altrohren mit geringer Druckfestigkeit AZ IIIa (im Anhang)

Altrohrzustand III

Altrohrdruckzone und charakteristische Altrohr-Druckfestigkeit

Bei begehbaren Kanälen ist die charakteristische Druckfestigkeit in der Regel durch Kernbohrungen zu ermitteln. Bei nicht begehbaren Profilen ist die Druckfestigkeit der Altrohre zu schätzen, z.B. mit 50% eines neuwertigen Rohres.



$$\sigma_d = 1{,}5 \cdot N_{k,d}/b_D$$

$$b_D = 8\,t/3 \cdot (0{,}5 - e_G/t)$$

$$\delta_h \cong \omega_{GR,v}$$

$$N_{K,d} \cong -q_{v,d}\,(1 + \delta_h) \cdot d_a/2 = \text{Druckkraft im Kämpfer}$$

Wird der Nachweis nicht erfüllt, so ist der Liner für AZ IIIa zu berechnen oder eine Erneuerung in Betracht zu ziehen!

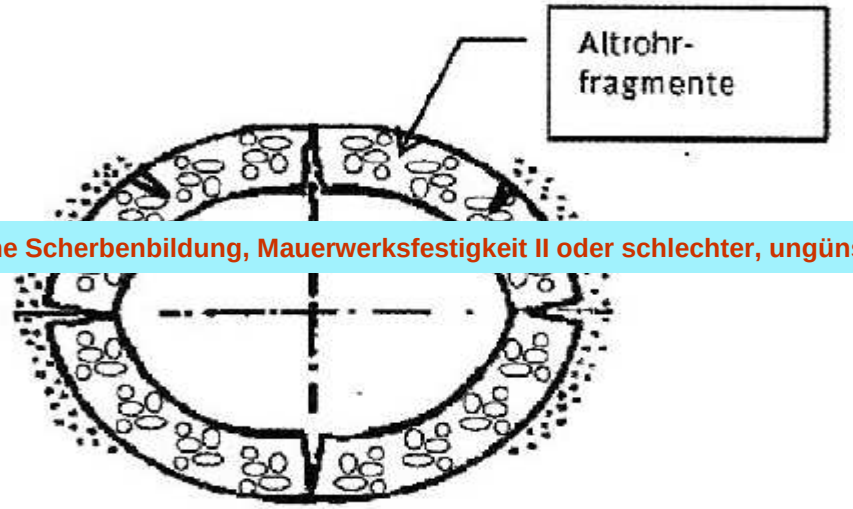
$$\frac{\sigma_d}{\sigma_{D,AR,d}} \leq 1$$

Änderungen im DWA-A 143-2

- Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte
- Definitionen von unterschiedlichen Ersatzkreisen für Eiprofile
- Hinweise auf Beanspruchung in Längsrichtung
- Liner für Druckrohre
- Einführung von Teilsicherheitsbeiwerten
- Nachweis nach AZ III bei geringer Überdeckung, auch wenn $\omega_{GR,v} < 6\%$
- Verwendung der Querdehnzahl
- Erweiterung der Regeln für Imperfektionen
- Zusammenfassung von Diagrammen für Imperfektionen
- Neue Straßenverkehrslasten nach DIN EN 1991-2
- Nachweis Altrohrdruckzonen
- **Behandlung von Altrohren mit geringer Druckfestigkeit AZ IIIa (im Anhang)**

Definition des **Altrohrzustandes IIIa** nach DWA-A 143-2, Anhang K:

Altrohr- Bodensystem langzeitig allein nicht mehr tragfähig (AZ III) und geringe Materialfestigkeit und Druckfestigkeit



Betongüte, z.B. ≤ C8/10, erhebliche Scherbenbildung, Mauerwerksfestigkeit II oder schlechter, ungünstige Bodenparameter

Änderungen im DWA-A 143-2

- Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte
- Definitionen von unterschiedlichen Ersatzkreisen für Eiprofile
- Hinweise auf Beanspruchung in Längsrichtung
- Liner für Druckrohre
- Einführung von Teilsicherheitsbeiwerten
- Nachweis nach AZ III bei geringer Überdeckung, auch wenn $\omega_{GR,v} < 6\%$
- Verwendung der Querdehnzahl
- Erweiterung der Regeln für Imperfektionen
- Zusammenfassung von Diagrammen für Imperfektionen
- Neue Straßenverkehrslasten nach DIN EN 1991-2
- Nachweis Altrohrdruckzonen
- Behandlung von Altrohren mit geringer Druckfestigkeit AZ IIIa (im Anhang)
- **Erweiterungen der Diagramme für <u>UP-GF</u> zur Ermittlung der Normalkraftbeiwerte n_q und Biegemomentenbeiwerte m_q**
- **Erweiterungen der Diagramme für <u>Eiprofile</u> zur Ermittlung der Normalkraftbeiwerte n_q und Biegemomentenbeiwerte m_q**

Beul- und Spannungsversagen

ATV-M127-2

Stabilitätsnachweis

$$krit\ p_a = \kappa_{v,s} \cdot \alpha_D \cdot S_L$$

γ = krit p_a / p_a ≥ 2,0

Spannungsnachweis

$$\sigma_i = \frac{N}{A} + \alpha_{ki} \cdot \frac{M}{W}$$

$$\sigma_a = \frac{N}{A} - \alpha_{ka} \cdot \frac{M}{W}$$

$\sigma_{fB,d}$ / max. σ ≥ 2,0
$\sigma_{D,d}$ / min. σ ≥ 2,0

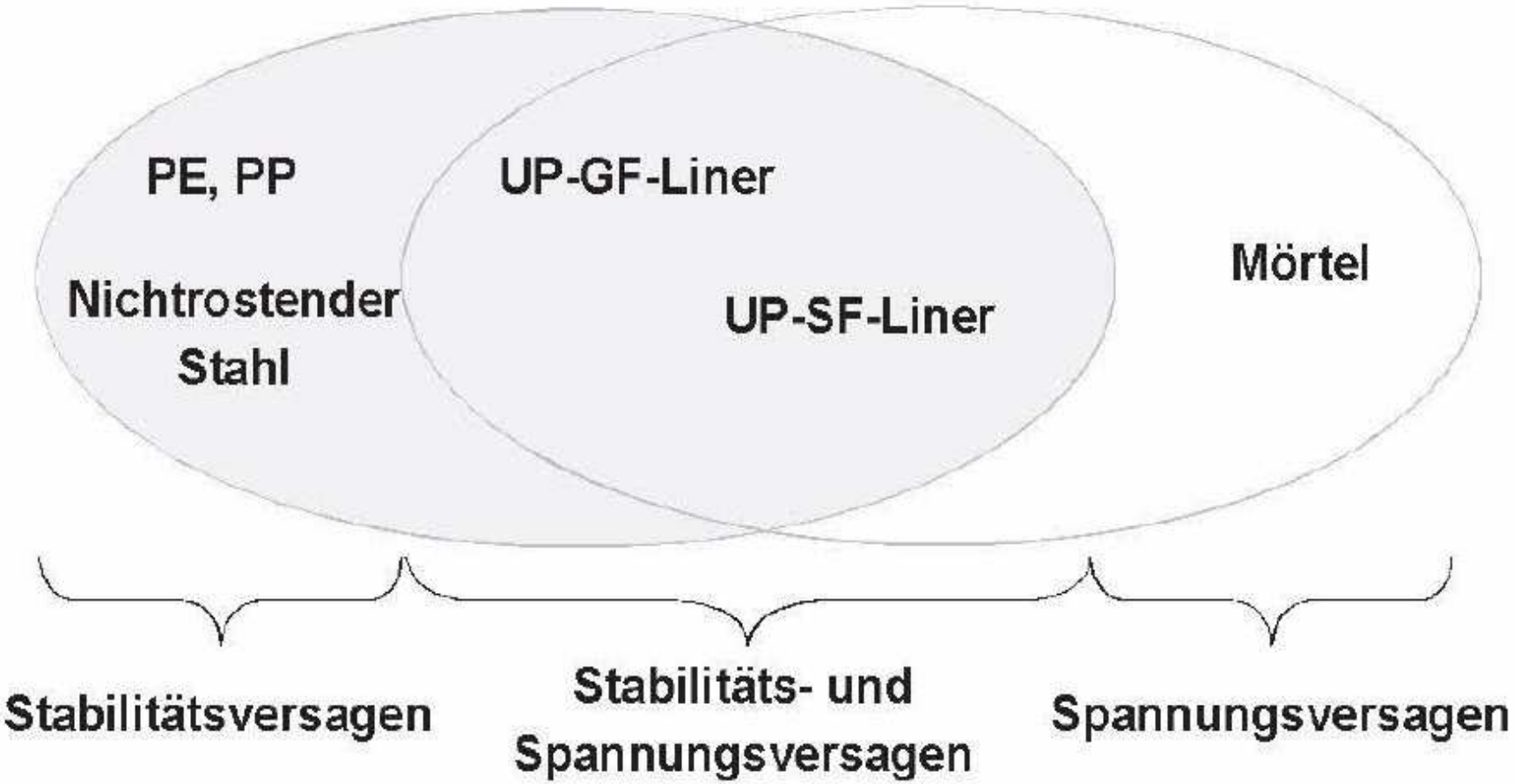
DWA-A143-2

Stabilitätsnachweis

$p_{a,d}$ / krit $p_{a,d}$ ≤ 1,0

Spannungsnachweis

max. σ_d / $\sigma_{fB,d}$ ≤ 1,0
min. σ_d / $\sigma_{D,d}$ ≤ 1,0



Maßgebende Versagensarten für verschiedene Liner

Erforderliche Nachweise

Einbauzustände (Bauzustände)

- Stabilitäts-, Spannungs- und Verformungsnachweis für den Lastfall „Verfüllen des Ringraums“
- Dehnungsnachweis beim Einziehen von Rohren

Betriebszustände

- Stabilitätsnachweis für den Lastfall Wasseraußendruck
- Spannungsnachweis / Dehnungsnachweis (Tragfähigkeitsnachweis)
- Verformungsnachweis

Bisher:

Berechnung mit Bemessungslasten und Materialkennwerten

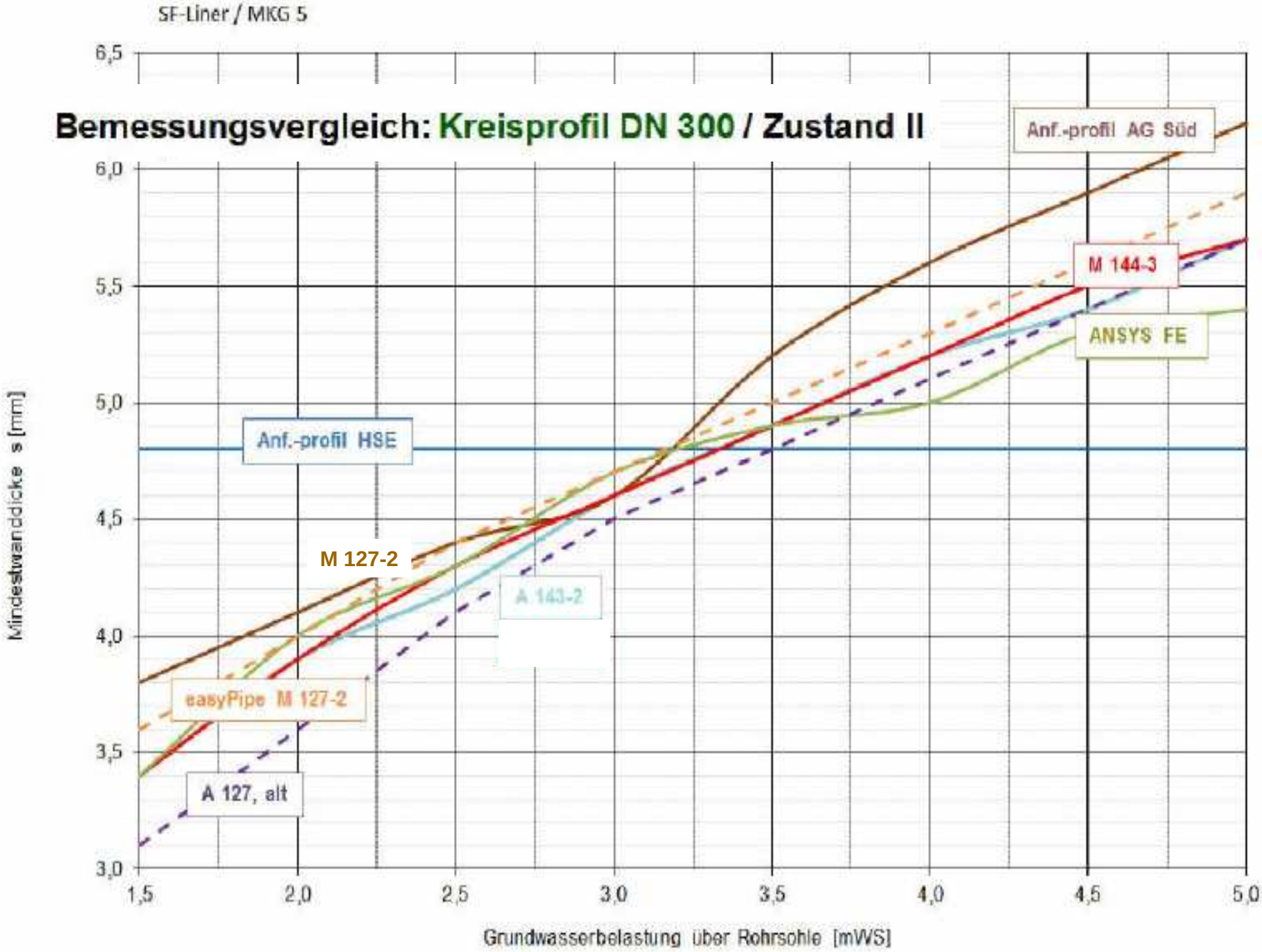
Neu:

Abminderung der Materialkennwerte mit Teilsicherheitsbeiwert und Erhöhung der Bemessungslasten mit Teilsicherheitsbeiwert

Änderungen im DWA-A 143-2

- Erweiterung und Aktualisierung der Tabelle für Werkstoffkennwerte
- Definitionen von unterschiedlichen Ersatzkreisen für Eiprofile
- Hinweise auf Beanspruchung in Längsrichtung
- Liner für Druckrohre
- Einführung von Teilsicherheitsbeiwerten
- Nachweis nach AZ III bei geringer Überdeckung, auch wenn $\omega_{GR,v} < 6\%$
- Verwendung der Querdehnzahl
- Erweiterung der Regeln für Imperfektionen

AZ I
Altrohr mit ausreichender Biegezugfestigkeit
AZ II
Altrohr-Bodensystem allein tragfähig bei überprüfter funktionsfähiger seitlicher Bettung, vierfach längs gerissen mit geringer Rohrverformung $\omega_{GR,v} < 6\%$ mit seitlich stützendem Boden = neuer Gleichgewichtszustand
AZ III
Rohr-Bodensystem langzeitig nicht mehr tragfähig, Bodenbewegungen durch Verkehrslasten bei geringer, Überdeckung

- **Hinweise zur Abgrenzung der Altrohrzustände**

SF-Liner / MKG 5